

委託試験成績（令和4年度）

担当機関名 部・室名	福島県農業総合センター 所長 和田山 安信
実施期間	令和3年度～令和5年度、継続
大課題名	Ⅱ 高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立
課題名	ブロッコリー栽培における一斉収穫体系の成立条件
目的	福島県相馬地域は、平成22年度時点で126.7haの栽培規模を誇る当県有数のブロッコリー産地であったが、東日本大震災と原子力災害により営農の中断や生産者の離農による担い手不足が急激に進み、平成24年度には、生産面積が震災前の1/3以下である39.9haまで落ち込んだ。一方、県とJAでは、当該地域における営農再開と産地復興の重点品目としてブロッコリーを位置付け、生産拡大を強く推進している。そこで、本試験では、ブロッコリー産地の復興の加速化に向け、管内で主軸となる1ha前後の生産者の飛躍的な規模拡大を後押しするため、一斉収穫機を活用した収穫体系を構築し、機械導入の経済性評価を行う。今年度は機械一斉収穫・加工業務用出荷に適した栽培技術を検討するとともに、それに合う品種を選定する。また、機械一斉収穫・加工業務用出荷を現地導入し、産地における既存の収穫・出荷体系（手収穫・青果用出荷）との違いや、機械の導入条件を明らかにする。
担当者名	所 属：福島県農業総合センター企画経営部経営・農作業科 役職・氏名：研究員 宮川 貴光 連 絡 先：Tel 024-958-1714 Fax 024-958-1729 Email miyakawa_takamitsu_01@pref.fukushima.lg.jp 所 属：福島県相双農林事務所農業振興普及部経営支援課 役職・氏名：技師 上野 詩織 連 絡 先：Tel 0244-26-1151 Fax 0244-26-1169 Email ueno_shiori_01@pref.fukushima.lg.jp
<p>1. 試験場所 福島県南相馬市原町区馬場（現地生産者ほ場）</p> <p>2. 試験方法 (1) 供試機械名 ブロッコリー収穫機（HB1250・1条刈り）</p> <p>(2) 試験条件 ア. 圃場条件 試験区30a（水田転換畑（普通灰色低地土）、前作ブロッコリー、排水性良好） イ. 栽培等の概要 品種名 SK9-099（サカタのタネ）、SK8-123（サカタのタネ）、 ブロッケンHP（住友農業資材株式会社）、グランドーム（サカタのタネ） 播種 7月20日 128穴セルトレイ（種子1粒/穴、播種前処理なし） 施肥・畝立 8月5日 基肥一発（秋冬ブロッコリー一発（N-P-K=22-6-8）、苦土石灰） 移植 8月19・20日 全自動移植機（全区深植え（子葉の高さまで埋める）） 中耕培土 9月17～19日 トラクター＋培土機 除草作業も同時に実施 病虫害防除 減収要因となりうるアオムシ類及び黒すす病等を重点的に防除 （使用薬剤 オラクル顆粒水和剤、プレバソンフロアブル5、アミスター20フロアブル等） 収穫・出荷 試験区以外は10月25日収穫開始、翌1月11日まで出荷。</p>	

ウ. 試験項目

《試験 1》生育状況と茎頂（花蕾高）制御技術

花蕾の大型化による増収と、一斉収穫に向けた倒伏防止の効果を確認するため、供試 4 品種にそれぞれ密植区（株間 30cm）・慣行区（株間 35cm）・疎植区（株間 40cm）を設け、生育状況（花蕾高・花蕾径・花蕾重・倒伏程度）を調査し、好適品種を選定する。調査では、区ごとに長さ 60m×幅 0.65m×4 列分の畝を設け、2 畝目・3 畝目の中央付近から 10 株ずつ、計 20 株を調査株とした。

《試験 2》機械収穫調査

機械一斉収穫・加工業務用出荷は現地で初めて行う体系であるため、作業時間を調査する。また、機械収穫時の収穫割合・出荷可能品割合を調査し、現地の慣行的な手収穫・青果用出荷の体系と比較し、一斉収穫機を活用した加工業務用の収穫・出荷体系を評価する。

3. 試験結果

《試験 1》生育状況と茎頂（花蕾高）制御技術

花蕾高は、株間の違いによる差はほぼ見られなかった（表 1）。品種による高さの違いは見られたが、SK8-123 でも花蕾の位置の高さによる収穫上の問題などは発生しなかった。

花蕾径も、株間の違いによる大きな差は見られなかった（表 2）。なお、ブロッケン HP とグラウンドームは大型花蕾も見られたが、達観で花蕾の緩みや変色などはなかった。SK8-123 は花蕾の緩みが発生し、花蕾の緩んだ株は、機械の収穫・搬送時に擦れによる傷みの原因にもなり、傷んだ部位を取り除く必要があった。

花蕾重は、ブロッケン HP とグラウンドームについて調査し、2 品種とも疎植区の方が密植区より花蕾重を確保できた（表 3）。ブロッケン HP は揃いが悪く、収穫時に小型の花蕾も多かったことから、グラウンドームに比べて軽かった。グラウンドームは、花蕾や株全体の重さに起因する収穫のトラブルは見られなかった。

倒伏は、ブロッケン HP の方がグラウンドームよりも小さかった（表 4・図 1）。なお、どちらの品種でも機械による倒伏株の踏み潰しは見られた。また、グラウンドームのみ、慣行区・疎植区では、畝に対して直交方向に大きく倒伏する傾向があったが、密植区では倒伏距離が小さかった。

《試験 2》機械収穫調査

一斉収穫機を使用し、ブロッケン HP、グラウンドームの 3 品種の収穫試験を実施した。

機械一斉収穫の組作業は、ブロッケン HP では、オペレータ 1 名と調製 2 名の計 3 名で行うことができた。しかし、出荷先の規格で、茎をカットした後に残る花蕾付近の葉（写真 1・2）の除去が求められ、収穫後の再調製が必要であった。グラウンドームは追加 1 名を同乗させて小葉の除去を行ったことから、計 4 名で作業を完結でき、そのまま袋に詰めて出荷することができた（表 5、写真 1・2）。

作業時間については、収穫前日に降雨のあったグラウンドームでは、土壌が乾燥していた日に収穫したブロッケン HP に比べ、収穫・搬送部に根と土が詰まって停止することが多く、収穫速度は低かった（表 6）。また、作業時は、収穫残渣や土付きの根で機械が詰まらないことや、株を可能な限り確実に収穫することをオペレータが重視して操縦したため、概ね一定の速度で収穫が行われており、株間の違いによる大きな速度差は生じなかった。

なお、グラウンドームの機械一斉収穫時の収穫割合は 79.7%、出荷可能品割合は 53.6%であった（表 7・写真 3）。

4. 主要成果の具体的なデータ

《試験1》生育状況と茎頂（花蕾高）制御技術

表1 花蕾高

試験区名	花蕾高 (cm)	調査日 (定植後日数)
SK9-099・密植	17.8	10月27日 (69日)
SK9-099・慣行	27.1	
SK9-099・疎植	21.1	
SK8-123・密植	33.7	10月27日 (69日)
SK8-123・慣行	35.3	
SK8-123・疎植	31.3	
ブロッケンHP・密植	25.5	11月8日 (79日)
ブロッケンHP・慣行	21.4	
ブロッケンHP・疎植	23.7	
グランドーム・密植	27.2	11月24日 (95日)
グランドーム・慣行	27.1	
グランドーム・疎植	27.5	

表2 花蕾径

試験区名	花蕾径 (cm)
SK9-099・密植	9.3
SK9-099・慣行	8.8
SK9-099・疎植	10.2
SK8-123・密植	13.3
SK8-123・慣行	14.3
SK8-123・疎植	12.4
ブロッケンHP・密植	10.1
ブロッケンHP・慣行	—
ブロッケンHP・疎植	10.8
グランドーム・密植	13.8
グランドーム・慣行	15.5
グランドーム・疎植	14.1

表3 収穫時の花蕾重

試験区名	花蕾重 (g)
ブロッケンHP・密植	202.7
ブロッケンHP・慣行	—
ブロッケンHP・疎植	247.9
グランドーム・密植	335.7
グランドーム・慣行	452.0
グランドーム・疎植	372.6

表4 倒伏程度

試験区名	倒伏距離※ (cm)
グランドーム・密植	4.9
グランドーム・慣行	5.2
グランドーム・疎植	5.2

※地際から花蕾の水平距離を示す。

※出荷時の調製後重量。

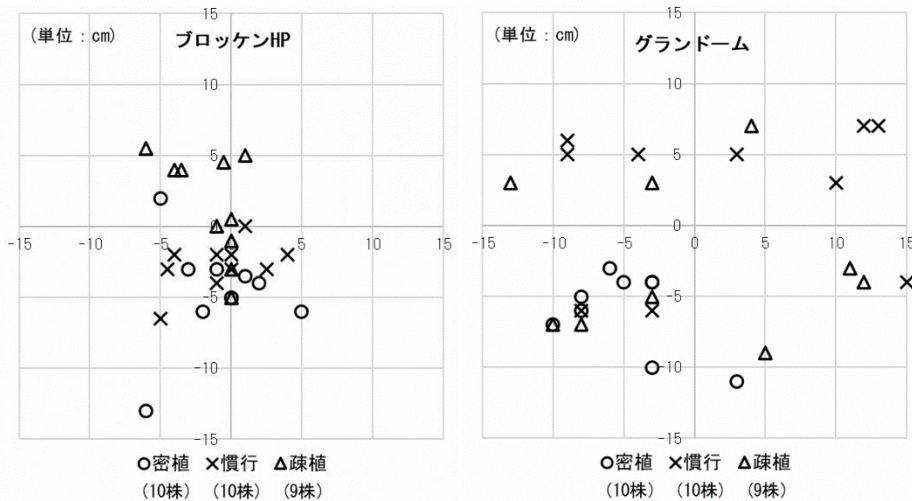


図1 倒伏程度 (左：ブロッケン HP、右：グランドーム)

表5 機械一斉収穫における組作業内容

作業者	作業内容	作業位置	作業内容
A	機械操縦	運転席	ハンドル操作、カット位置の高さ調整、収穫速度調整
B	調製	作業台	茎及び葉のカット
C	補助者1	作業台	Bの補助やコンベアの残渣処理など
D	補助者2	作業台	出荷先の規格に合わせるための細かい調製 (茎から生える小さい葉の除去など)

※11月2日・8日はA~C、11月28日はA~Dで実施

表6 機械一斉収穫の実施状況と収穫速度

品種	収穫日	ほ場	土壌含水比 (%d. b.)	株間 (cm)	収穫 速度※ (m/s)	組作業 人員 (人)	備考
ブロッケンHP	11月8日	乾燥	未計測	30	0.17	3	収穫後に再調製
				40	0.17		
グランドーム	11月28日	過湿	71.5	30	0.13	4	詰まりによる停止が多発
				35	0.14		

※収穫速度は10mの直線区間で計測。

表7 機械一斉収穫時の収穫割合と出荷可能品割合

収穫・出荷状況 ※1	全体に占める 割合
収穫割合	79.7%
出荷可能品割合	53.6%
出荷不可割合	26.1%
(内訳) 収穫時の傷	8.7%
規格外サイズ	8.7%
病害	8.7%
収穫失敗 ※2	20.3%

※1) 供試品種:グランドーム(調査数:69株)

※2) 主な要因は倒伏株の踏み潰しなど

5. 経営評価

機械収穫試験の調査結果から、一斉収穫機を活用した機械一斉収穫・加工業務用出荷と、現地で慣行的に行われている手収穫・青果用出荷の出荷額と費用を計算した(表8)。0.17m/sで連続収穫した場合でも、現地で平均的な経営規模の1haへ機械導入する際は、出荷額から収穫等の費用を引いた額は手収穫・青果用出荷に劣る結果となった。

この金額で手収穫・青果用出荷を上回るためには、「出荷可能品割合を1.3倍に上げ、機械収穫速度を最低限0.3m/s(カタログの半分)確保し、収穫の組作業人員は3名で行う。その上で、導入面積を3haに増やす」ことが導入条件の一つとして考えられた(表9)。

表8 10a当たりの出荷額と収穫に関する費用

収穫方法	機械一斉収穫	手収穫
出荷形態	加工業務用	青果用
機械導入面積	1ha	—
組作業人数	4	2
機械収穫速度	0.17m/s	—
出荷可能品率	53.6%	91.3%
出荷額(A)	168,581	317,284
機械費(減価償却費)	121,143	0
動力光熱費	1,426	0
流通経費	6,743	143,190
労働費	9,382	12,247
(のべ作業時間(h/10a))	(8.53)	(11.13)
上記4費用計(B)	138,694	155,437
(A-B)	29,888	161,848

表9 一斉収穫機導入の改善案

収穫方法	機械一斉収穫
出荷形態	加工業務用
機械導入面積	3ha
組作業人数	3
機械収穫速度	0.30m/s
出荷可能品率	1.3倍(69.7%)
出荷額(A)	219,156
機械費(減価償却費)	40,381
動力光熱費	963
流通経費	10,508
労働費	4,752
(のべ作業時間(h/10a))	(4.32)
上記4費用計(B)	56,603
(A-B)	162,552

※いずれもほ場面積10a当たり3,484株での試算

※作業時間は機械の巡回等や調製の時間も含めた。

※労働費単価は1,100円/hで試算した。

6. 利用機械評価

本年度は、出荷を加工業務用に変更し、機械の収穫・搬送部にローラーやクッションを取り付けたことで収穫時の花蕾への傷等による出荷ロスの低減を図った。新たな問題点として、機械が茎部をカットする前に根ごと株を抜き取る仕様であるため、ほ場条件によっては、土をより多く付着した状態で抜き取り、U字補強フレームに詰まりやすいという問題が挙げられた（写真4）。

7. 成果の普及

機械一斉収穫の様子について、11月に現地生産者や市・JA等の関係機関担当者に公開した。

8. 考察

《試験1》生育状況と茎頂（花蕾高）制御技術

疎植による花蕾の大型化と、密植による倒伏防止効果を検証した。花蕾重は疎植区で増加したため、疎植による大型化効果はある程度得られると考えられた。密植による、花蕾高の高さへの影響はないと考えられた。倒伏状況は、グランドームは密植区でわずかに倒伏防止効果が得られたが、効果は限定的であり疎植区の倒伏が特に大きくなる傾向は見られなかったことから、今後は疎植により大型化で収量を確保することの重要性が示唆された。

機械一斉収穫・加工業務用出荷の有望品種については、収穫を断念するほど黒すす病が多発したSK9-099と、花蕾径13cm前後で花蕾に緩みが発生したSK8-123は不適と判断した。SK8-123は4品種の中で花蕾高が最も高く、台風等による倒伏の影響を受けやすいことも明らかとなった。一方、ブロッケンHP、グランドームは花蕾径18cm以上でも緩みや変色がなく、収量増加を目的とした大型花蕾での収穫にも適していると考えられた。ただし、ブロッケンHPは、花蕾の揃いが悪く、調製作業の負担になる小葉が多かったため、グランドームを4品種の中で最も有望な品種と判断した。

《試験2》機械収穫調査（及び経営評価について）

作業速度については、収穫残渣や土付きの根で収穫機が詰まらないよう対策を講じることで作業性の向上が可能であると考えられた。

また、調査時の出荷可能品割合は53.6%であったが、ロスとなった46.4%のうち収穫時の傷8.7%と収穫失敗20.3%を合わせた29.0%のロスを減らす検討と適切な収穫のタイミングの検討が今後必要であると考えられた。

9. 問題点と次年度の計画

今年度の試験では、疎植による花蕾径の影響を判断できなかった。また、機械収穫時の作業速度が上げられず、さらに、グランドーム以外の品種は現地の需要期（11月下旬～12月の間）に合わせて出荷できず、十分な調査ができなかった。

次年度は、有望品種のグランドームを供試して、疎植と栽培期間の延長を組み合わせた花蕾径の確保、及び収量・出荷額の向上効果を検証する。また、機械による収穫速度及び出荷可能品割合の向上対策に取り組むとともに、現地の需要期に合わせて収穫するための遅植えについて試験を行う。

10. 参考写真

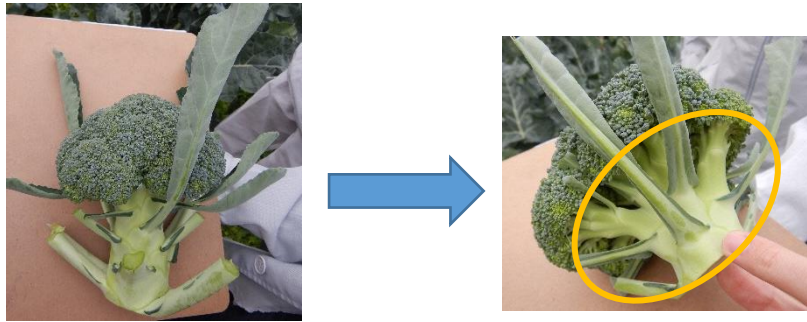


写真1 ブロッキン HP の収穫後（左）と茎部分調製後（右）
（加工業務用では茎部を可能な限り切り落とす。）



写真2 茎から生えた葉の除去作業



写真3 花蕾に発生した傷



写真4 詰まりの原因となっていた収穫・搬送部の下部搬送U字補強フレーム